

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**BRUNA BORGES MLYNARCZUK
RAIANE CAMILA VOLFE MOREIRA**

**QUANTIFICAÇÃO DE PECTINA DO ALBEDO DO MARACUJÁ
AMARELO POR ESPECTROSCOPIA E ANÁLISE MULTIVARIADA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2013

**BRUNA BORGES MLYNARCZUK
RAIANE CAMILA VOLFE MOREIRA**

**QUANTIFICAÇÃO DE PECTINA DO ALBEDO DO MARACUJÁ
AMARELO POR ESPECTROSCOPIA E ANÁLISE MULTIVARIADA**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado como requisito parcial para a
obtenção do grau de Tecnólogo em
Alimentos da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná.

Orientadora: Dr^a Maria Helene Giovanetti
Canteri.

PONTA GROSSA

2013



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa
Nome da Diretoria
Coordenação em Alimentos
Tecnologia em Alimentos



TERMO DE APROVAÇÃO

**QUANTIFICAÇÃO DE PECTINA EXTRAÍDA DO ALBEDO DO MARACUJÁ AMARELO
POR ESPECTROSCOPIA E ANÁLISE MULTIVARIADA**

por

BRUNA BORGES MLYNARCZUK

RAIANE CAMILA VOLFE MOREIRA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 19 de agosto de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. As candidatas foram arguidas pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Maria Helene Giovanetti Canteri
Prof^a Orientadora

Adeline Chaicouski Meneguzzo
Membro titular

Rosilene Aparecida Prestes
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos.

RESUMO

O presente trabalho teve como principal objetivo o desenvolvimento de metodologias analíticas multivariadas orientadas a quantificação de pectina obtida do albedo do maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), utilizando-se a espectroscopia de infravermelho próximo (NIR). Inicialmente foi realizado o isolamento da pectina presente no albedo pelo método de extração ácida e precipitação etanólica. Posteriormente, foram obtidos os espectros NIR do albedo *in natura*. Os modelos de calibração foram desenvolvidos com 48 amostras de frutos frescos, divididas em três grupos, segundo seu estágio de maturação, correlacionando os dados físico-químicos com os espectros de NIR por regressão de mínimos quadrados parciais (PLS). A capacidade preditiva dos modelos foi avaliada por validação externa, utilizando um conjunto de três amostras que não fizeram parte da modelagem inicial. Os modelos de calibração não foram considerados satisfatórios para a quantificação de pectina presente no albedo do maracujá, o que sugere a necessidade de mais estudos referentes ao uso da instrumentação como aliada na quantificação da composição de frutas, levando em consideração as inúmeras vantagens que essas análises representam, como: a simplicidade, o menor tempo gasto e a ausência de resíduos químicos, produzidos pelos métodos tradicionais de análises.

Palavras chaves: Maracujá amarelo. Albedo. Pectina. Espectroscopia de infravermelho próximo. Calibração multivariada.

ABSTRACT

The present work had as main objective the development of analytical methodologies multivariate oriented quantification of pectin obtained from albedo of yellow passion fruit (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*), using the near infrared spectroscopy (NIR). Initially we performed the isolation of pectin present in the albedo by the method of acid extraction and ethanol precipitation. Subsequently, the NIR spectra were obtained for albedo in nature. The calibration models were developed with 48 samples of fresh fruit, divided into three groups according to their stage of maturation, correlating the physicochemical data with the NIR spectra by partial least squares regression (PLS). The predictive ability of the models was evaluated by external validation, using a set of three samples that were not part of the initial modeling. The calibration models were not satisfactory for quantification of pectin present in passion fruit albedo, which suggests the need for further studies regarding the use of instrumentation as an ally in the quantification of the fruit composition, taking into account the many advantages that these analyzes represent, such as simplicity, less time spent and the absence of chemical waste produced by traditional methods of analysis.

Keywords: Passion fruit. Albedo. Pectin. Spectrophotometry near infrared. Multivariate calibration.

SUMÁRIO

1. Introdução	6
1.1. Maracujá.....	6
1.2. Pectina	7
1.3. Qualidade dos frutos	8
1.4. Espectroscopia de Infravermelho Próximo (NIR)	9
1.5. Análise Multivariada	10
1.5.1. Modelos de Calibração.....	11
2. Material e Métodos	13
2.1. Obtenção de Pectina	14
2.2. Obtenção dos espectros NIR	15
2.3. Análise Multivariada	15
2.4. Tratamento Estatístico.....	16
3. Resultados e Discussão	16
3.1. Acompanhamento do terceiro lote	16
3.2. Rendimento da pectina.....	18
3.3. Análise multivariada	20
3.4. Modelos de Regressão.....	21
4. Conclusão	24
REFERÊNCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

1.1. MARACUJÁ

Segundo Meletti (2000), o nome maracujá identifica os frutos do gênero *Passiflora*, nome indígena de origem tupi, que significa “alimento em forma de cuia”. O maracujá é uma fruta silvestre originária das Américas, sendo onze países responsáveis por 80 a 90% de toda a produção mundial, como: Brasil, Peru, Venezuela, África do Sul, Sri Lanka, Austrália, Quênia e outros países africanos que exportam a fruta *in natura* (fresca). Sucos e polpas são produzidos pelo Brasil, Colômbia, Peru, Equador, Venezuela, Costa Rica, entre outros (SÃO JOSÉ et. al., 2000).

No Brasil, são identificadas mais de 200 espécies silvestres de maracujazeiro, sendo que a *Passiflora edulis f. flavicarpa*, maracujá azedo, é a mais cultivada, correspondendo a 95% da área cultivada comercialmente. Os outros 5% são representados pelo maracujazeiro doce, o maracujazeiro roxo e outras espécies de menor importância, direcionadas a mercados regionais, ainda desconhecidas da maioria da população. O país oferece condições ambientais ideais para a espécie, podendo ser encontrada praticamente em todo o território: Alagoas, Amapá, Amazonas, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. Atualmente a região nordeste do país é a maior produtora, sendo a Bahia o maior produtor, seguido de Ceará, Sergipe, Minas Gerais e São Paulo (MELETTI, 2000).

Segundo Rigotti e Higuti (2011) os frutos do tipo baga de uma maneira geral, são resultantes da múltipla fertilização dos ovários inferior e superior de um ou mais carpelos. Todos os tecidos do mesocarpo e endocarpo da parede do ovário se expandem em um tecido carnoso ou suculento e a camada exterior da pele é geralmente o exocarpo. A Figura 1 ilustra as partes que compõem o maracujá, epicarpo, mesocarpo (albedo), arilo carnoso, endocarpo (polpa) e sementes.

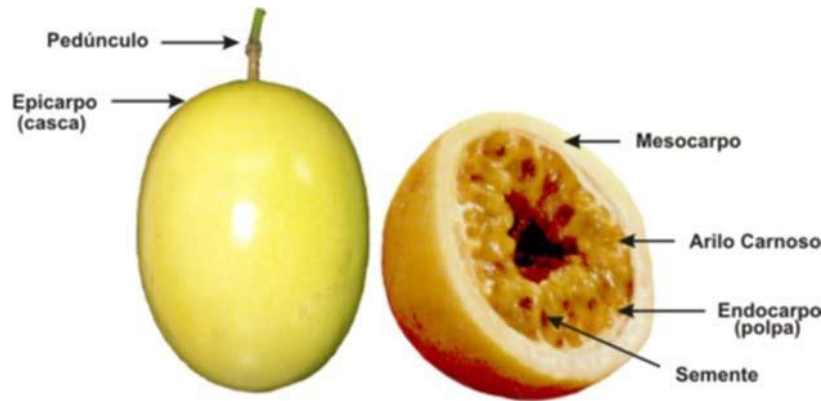


Figura 1. Estrutura anatômica do maracujá. Fonte: RIGOTTI e HIGUTI (2011).

De acordo com Carvalho et al (2005), a casca do maracujá é composta pelo flavedo (parte com coloração) e mesocarpo (parte branca, também chamada de albedo), rico em pectina.

A cor da casca varia geralmente de amarelo a amarelo-esverdeado. A coloração da polpa é amarelo escuro. As sementes, muito duras, são ovais com 0,5-0,6 cm de comprimento por 0,3-0,4 cm de largura (LESSA, 2011).

1.2. PECTINA

A pectina, pertence à família de oligossacarídeos e polissacarídeos, encontrada na parede celular de muitas plantas (TOREZAN, 2000), está localizada entre espaços intercelulares e lamelas centrais dos tecidos vegetais (Figura 2). Nas frutas há quantidade significativa dessa substância, em canais amplos que separam as células (CRISTENSEN, 1986; DA SILVA, 1997; TURQUOIS 1999).

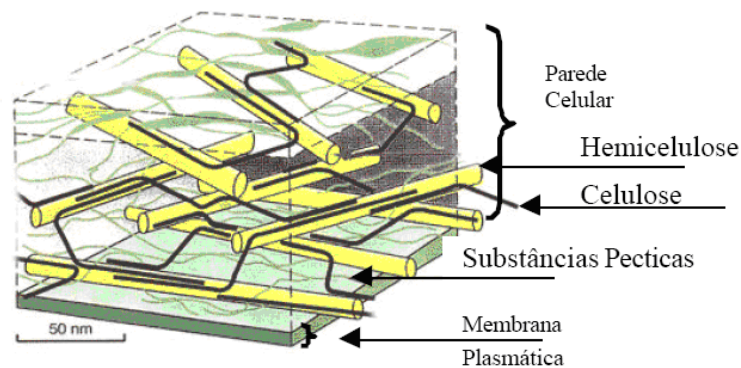


Figura 2. Estrutura da parede celular de plantas. Fonte: IPPA (2008).

Sua estrutura é composta por ácidos galacturônicos parcialmente esterificados, unidos por ligações glicosídicas α -1,4. A Figura 3 propõe uma estrutura geral da pectina (CANTERI, 2010)

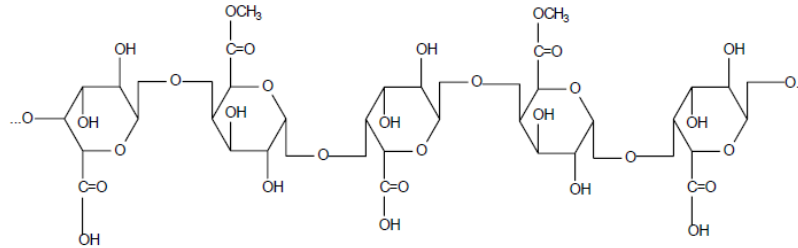


Figura 3. Estrutura geral da pectina. Fonte: COLIN-HENRION (2008).

Segundo Canteri (2010) a pectina é utilizada na indústria alimentícia e farmacêutico devido suas propriedades espessantes e geleificantes, e pode ser obtida de diversas variedades de frutos como, por exemplo: maçã, bagaço da maçã, polpas cítricas, bagaço de laranja e maracujá.

No setor industrial, os polissacarídeos pécticos promovem aumento de viscosidade e funcionam como colóide estabilizante e protetor em alimentos e bebidas, com aplicação em doces e geléias, preparações de frutas para iogurtes, bebidas e sucos de frutas concentrados, sobremesas de frutas e leite, produtos lácteos geleificados, produtos de confeitaria e produtos lácteos acidificados diretamente ou fermentados (CPKELCO, 2002; VORAGEN et al. , 2009). Com relação aos efeitos farmacológicos da pectina, considera-se que no grande grupo das fibras dietéticas, integra o grupo dos polissacarídeos não amiláceos, juntamente com gomas, hemiceluloses, β -glucanas, entre outros (CANTERI, 2010).

A pectina pode ser extraída pela solubilização dessa substância da parede celular vegetal, submetida à diferentes condições de acidez e temperatura do meio (CANTERI, 2010).

1.3. QUALIDADE DOS FRUTOS

A qualidade de frutos de uma maneira geral é caracterizada com base em parâmetros como tamanho, cor, firmeza, aparência e características relativas ao sabor, como acidez e sólidos solúveis totais. A maior parte das técnicas

instrumentais de aferição dessas propriedades são destrutivas e exaustivas. Em função disso, existe uma demanda de técnicas analíticas novas e rápidas para avaliação da qualidade global de frutos (BUREAU et al., 2009).

A vida de prateleira de um fruto pós-colheita, bem como as injúrias fisiológicas capazes de comprometer a qualidade dos frutos, podem ser avaliadas por métodos não destrutivos, como a tecnologia de Espectroscopia de Infravermelho Próximo. Outra aplicação é a estimativa do ponto ótimo de colheita a partir da evolução de parâmetros físico-químicos dos frutos (CARVALHO et al., 2010).

Os frutos do maracujá podem sofrer desidratação e contaminação, com conseqüente redução da conservação pós-colheita, em função de que a colheita é efetuada quando os frutos atingem o solo. Há discussão científica sobre o ponto ideal de colheita, sendo indicada como estratégia a colheita de frutas mais verdes, sadias e padronizadas para melhor qualidade da matéria-prima, com redução das perdas (MARCHI et al., 2000).

O aumento do conhecimento, ainda escasso, sobre o processo de maturação do maracujá e a correlação entre suas etapas forneceria subsídios para melhor planejamento para colheita dos frutos visando a manutenção da qualidade (SILVA et al., 2005).

1.4. ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIR)

A espectroscopia de infravermelho próximo é um processo instrumental de medição baseado nas propriedades de absorção e emissão de energia na região do espectro eletromagnético que abrange os comprimentos de onda de 780 a 2550 nm. O espectro é formado de bandas de absorções para cada substância e pode ser determinado devido às ligações entre os átomos e suas vibrações e frequências. (MILLER E MILLER, 2000).

Salgo et al. (1998) mostraram as primeiras aplicações da espectroscopia NIR para a indústria com a análise de açúcar. Tewari et al (2003) determinaram o conteúdo dos açúcares: sacarose, glicose e frutose em caldo de cana de açúcar utilizando a espectroscopia NIR e Regressão por mínimos quadrados parciais (PLS).

O desenvolvimento de métodos multivariados tem possibilitado análises quantitativas no infravermelho de diversas propriedades dos alimentos como, por exemplo, o teor de umidade e de proteínas (MORGANO et, al., 2005; KONZEN et

al., 2002) de carboidratos, cinzas, açúcares (MORGANO et al. 2003), de lipídeos, de cafeína (MORGANO et al., 2001), de taninos (Ferrão et al., 2003), entre outras, em diferentes matrizes de alimentos. Os modelos de regressão por componentes principais (PCR) e por regressão de mínimos quadrados parciais (PLS) estão entre os tratamentos mais utilizados em calibração multivariada. (MORGANO, 2005).

A técnica NIR foi usada como uma ferramenta rápida para quantificar os estádios nutricionais de plantas e monitorar a eficiência de fertilizantes no solo. Determinações com boa precisão foram obtidas de teores de nitrogênio, fósforo, magnésio e ferro em folhas de milho. Esta metodologia contribuiu para melhor interpretar as fases fisiológicas das folhas pelas análises dos seus espectros e pode ser usada para outras espécies. (GRAEFF E CLAUPEIN, 2003; GISLUM et al, 2004, SCHWAB et al 2003).

Segundo Morgano (2005), a tecnologia NIR apresenta inúmeras vantagens comparada aos métodos convencionais de análises: demanda menor tempo, não se utilizam reagentes, muitas vezes caros e perigosos, não necessita de mão de obra especializada e diminuem a incidência de erro humano na realização das análises. A espectroscopia de infravermelho próximo associado à calibração multivariada têm tido grandes avanços com diversas aplicações na análise de alimentos, sendo considerados métodos alternativos as análises físico-químicas convencionais de controle de qualidade de alimentos e de produtos da agricultura.

A possibilidade da avaliação não destrutiva dos teores em matéria seca, açúcares totais ou acidez total de numerosos frutos, como as maçãs (LIU; YING, 2005; PEIRS et al., 2005; ZUDE et al., 2006, CARVALHO et al, 2010), o tomate (SHAO et al., 2007), as cerejas (LU, 2001), o kiwi (MCGLONE et al., 2003) e o damasco (BUREAU et al., 2009) é possível devido a presença dos sinais harmônicos de absorção das moléculas orgânicas e presença de bandas de absorção de água na região do infravermelho próximo.

1.5. ANÁLISE MULTIVARIADA

A análise multivariada é um conjunto de técnicas de interpretação aplicadas em conjuntos de dados referentes a uma situação, os quais dependem de uma série de parâmetros, é utilizada para os cálculos e representações gráficas de

interpretação e regressão dos espectros correlacionados com dados determinados convencionalmente (MADALOZZO, 2010)

A Análise de Componentes Principais (PCA) é um método estatístico multivariado simples, que pode ser usado para compreensão de dados e redução de dimensionalidade de conjuntos de dados multivariados, extração de características e projeção de dados multivariados (SAUER, 2007).

Segundo Almeida et al. (2005) os dados utilizados na análise podem ser valores obtidos de parâmetros avaliados ou de respostas instrumentais (espectros), dispostos na forma de matriz. A técnica PCA pode ser processada em vários softwares hoje disponíveis, como PIROUETTE® e ou Matlab®, e pode estar associada a diferentes recursos estatísticos.

1.5.1. Modelos de Calibração

O objetivo da construção dos modelos é encontrar relações entre as variáveis dependentes (y) e independentes (x). Devido ao avanço da instrumentação a construção desses modelos é possível para a determinação de parâmetros físico-químicos em alimentos (MORGANO, 2005).

Os métodos multivariados de análise quantitativa empregados com maior frequência são os de calibração (MARTENS E NAES, 1996; THOMAS, 1994), sendo os mais conhecidos a regressão linear múltipla (MLR), regressão por componentes principais (PCR) e regressão por mínimos quadrados parciais (PLS). Todos esses métodos são lineares, pois descrevem uma relação linear entre as respostas e as concentrações dos componentes das amostras (MORGANO, 2005).

O método de Regressão por Mínimos Quadrados Parciais (PLS) é uma ferramenta da calibração multivariada que permite a correlação dos dados, e a validação do método, sendo indicada quando o objetivo é estabelecer uma relação entre dados altamente correlacionados, dados de espectroscopia e físico-químicos.

A calibração multivariada consiste de duas fases, calibração e validação. Na calibração são obtidas duas matrizes, uma matriz com respostas instrumentais (variáveis independentes- X) e uma matriz com os resultados das concentrações (variáveis dependentes – Y), normalmente obtidos pelos métodos convencionais de análise (MORGANO, 2005).

Por meio de combinações lineares dos dados espectroscópicos (matriz X) e dos dados de referências (matriz Y), se obtém o número de variáveis latentes necessários para correlacionar os espectros e as concentrações. É usado para construção do modelo de calibração um número de variáveis latentes que proporcione o menor erro possível de previsão, ou seja, que as diferenças entre os valores de referência e os valores previstos sejam os menores (SAUER, 2007). O erro relativo percentual (ER%) pode ser calculado pela equação 1:

$$\%Er = \left(\frac{y-y'}{y} \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde: y é o valor medido e y' é o valor predito.

Para verificar a capacidade de previsão do modelo de regressão pode-se utilizar um conjunto de amostras que não fizeram parte do modelo de calibração.

Na escolha dos melhores modelos construídos para as respectivas variáveis latentes é importante avaliar os menores erros. Os erros de previsão expressos como erro médio percentual, Raiz Quadrada da Média da Somatória dos Erros de Calibração (RMSEC) e a Raiz Quadrada do Erro quadrático médio de Previsão (RMSEP) são importantes dados que devem ser levados em consideração.

O erro Raiz Quadrada da Média da Somatória dos Erros de Calibração (RMSEC) e a Raiz Quadrada do Erro quadrático médio de Previsão (RMSEP) são importantes dados que devem ser levados em consideração. A equação para a obtenção do valor RMSEP e do RMSEC pode ser observado na Equação 2, onde que no cálculo do RMSEP n é o número de amostras utilizadas para validação externa e no RMSEC n é o número de amostras utilizadas no modelo.

$$RMSEC/RMSEP = \left[\frac{\sum_{j=i}^n (y-y')^2}{n} \right]^{1/2} \quad (2)$$

Onde: y é o valor medido e y' é o valor predito.

Além desses parâmetros de erros a análise dos valores de coeficientes de correlação R entre os valores previstos e valores reais, permite avaliar a capacidade de previsão dos modelos multivariados (MADALOZZO, 2010). Quanto mais próximo de 1 melhor o ajuste.

Esse trabalho teve como objetivo correlacionar o rendimento de pectina presente no albedo maracujá amarelo extraída por métodos convencionais com a

quantificação obtida por espectroscopia de infravermelho próximo e aplicar a técnica de análise multivariada para as etapas de calibração e validação dos modelos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de maracujá amarelo foram adquiridas em uma frutaria na cidade de Ponta Grossa, provenientes do CEASA da cidade de Curitiba. O plano amostral contém 48 frutos divididos em três lotes de 16 unidades, agrupados de acordo com o estágio de maturação (verdes, amarelos de casca firme e senescentes). O primeiro lote (amostras 1 a 16) corresponde aos frutos de casca verde; o segundo (17 a 32), aos amarelo de casca firme e o terceiro (33 a 48), ao início da senescência.

Os dois primeiros lotes foram analisados no dia do recebimento e o terceiro lote foi recebido com a casca amarela firme e acompanhado o processo de maturação dos frutos até o início da senescência, durante sete dias, com registro individual da massa, densidade e diâmetro.

A massa foi obtida por pesagem em balança analítica, o diâmetro foi medido com trena e a densidade dos frutos foi calculada pela equação 3:

$$d = \frac{m}{v} \quad (3)$$

Onde: d= densidade, m= massa (g) e v= volume (mL).

Após o recebimento, os frutos foram preparados para posterior extração da pectina, nas seguintes etapas:

1. Higienização: Os frutos foram higienizados em água corrente, para remoção das sujidades superficiais,
2. Qualificação: Determinação da massa, diâmetro e densidade.
3. Separação das partes: Os maracujás foram descascados manualmente com faca de serra, a polpa, o arilo e o albedo foram separados, a polpa foi destinada para outro projeto, os flavedos e os arilos foram descartados e os albedo foram pesados.
4. Branqueamento: O albedo foi submetido ao processo de branqueamento, com o objetivo da inativação de enzimas deteriorantes, aumentando sua durabilidade. Esse processo ocorreu em vapor por 10 min. seguido de banho de gelo. Todo o

albedo foi branqueado exceto a fração utilizada para a obtenção dos espectros NIR, evitando assim alterações na sua estrutura química. Os espectros foram obtidos logo após o corte evitando degradação e mudanças causadas pela oxidação.

5. Secagem: Após o branqueamento, os albedos permaneceram na estufa de circulação de ar a 50°C por 24 horas para secagem.
6. Trituração: Após secagem, os albedos sofreram trituração em um liquidificador doméstico para a obtenção de farinhas.
7. Extração: A partir das farinhas obtidas foi realizada a extração em condição fracamente ácida a quente.

2.1. OBTENÇÃO DA PECTINA

A extração de pectina foi realizada segundo a metodologia de Canteri (2010), na condição de 80 ° C (± 3 °) durante 30 minutos, seguida de secagem em estufa de circulação de ar a 50 °C por 24 horas. A Figura 4 apresenta as etapas da extração da pectina.

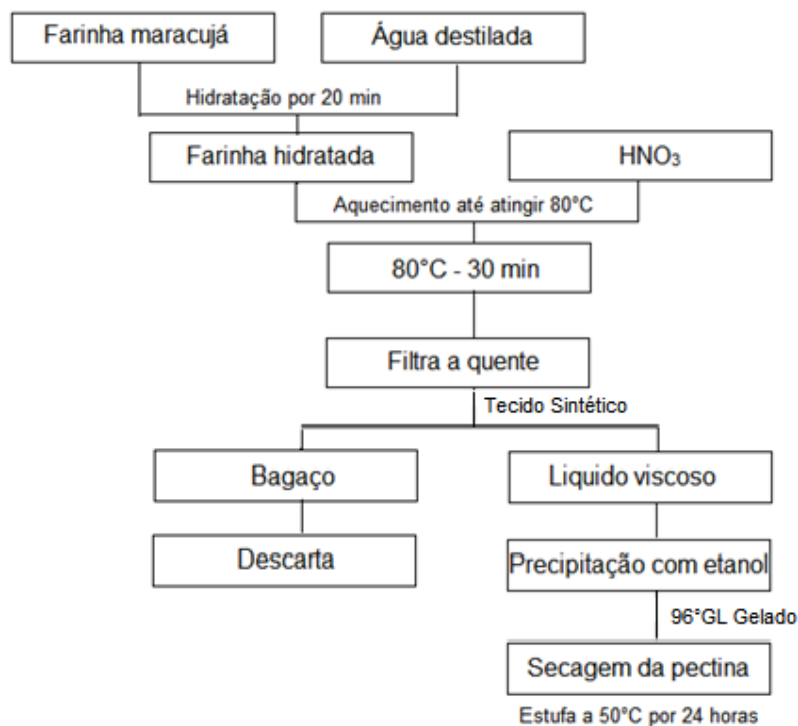


Figura 4: Procedimento para rendimento gravimétrico da pectina da farinha albedo do maracujá amarelo. Fonte: CANTERI (2010).

2.2. OBTENÇÃO DOS ESPECTROS NIR

Para a obtenção dos espectros, as amostras do albedo do maracujá foram inicialmente cortadas em fatias com dimensões de 1 cm de espessura, 5 cm de largura e 5 cm de altura de acordo com o tamanho da cubeta, de forma que a superfície ficasse plana, representando o todo. As leituras foram realizadas em triplicata em Espectrofotômetro de Infravermelho Próximo, marca FEMTO (modelo NIR 900 PLS). Os espectros foram obtidos com resolução de 2nm na região espectral de 1100 a 2500 nm, no modo reflectância, sendo os sinais expressos em $\log(1/R)$.

2.3. ANÁLISE MULTIVARIADA

O desenvolvimento dos modelos de PCA e PLS foram realizados no programa PIROUETTE 4.0 (Infometrix)[®] e a construção das matrizes dos dados espectrais foram realizadas no software Origin Pro 8[®], utilizando os valores médios das triplicatas do rendimento de pectina e os dos espectros das 48 amostras.

A análise de componentes principais (PCA) foi realizada nos dados espectrais resultantes da média de três replicatas, sendo construída uma matriz 48x2500, onde os pré-processamentos de centrado na média e autoescalado foram utilizados.

Para a construção dos modelos dos teores percentuais de pectina, utilizou-se a faixa espectral completa do NIR, entre 1100 a 2500 nm. Para a escolha do melhor modelo, foram testados alguns pré-processamentos e tratamentos, como centrado na média, centrado na média com 1^a derivada, centrado na média com 2^a derivada, autoescalado individualmente e utilizando 1^a e 2^a derivadas. A escolha do modelo levou em consideração os menores valores dos erros de previsão de calibração e validação externa (RMSEC e RMSEP), e avaliação dos coeficientes de correlação (Rcal) dos conjuntos de calibração dos modelos.

Dentre as 48 amostras, 36 amostras foram utilizadas para calibração e 3 para validação (6, 31 e 37). A escolha das amostras para validação externa dos modelos levou em consideração as amostras representativas de cada estágio de maturação, sendo escolhida uma amostra de cada estágio. Houve a exclusão de 9 amostras do modelo, sendo elas: 1, 6, 9, 14, 15, 35, 36, 37, 38, 39 e 48. A amostra 15 foi excluída de todos os modelos, pois foi considerada uma amostra anômala.

2.4. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Para o tratamento estatístico dos dados, utilizou-se o programa SASM-Agri ao nível de 5% de significância utilizando os testes de Tukey e ANOVA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ACOMPANHAMENTO DO TERCEIRO LOTE

As amostras de maracujá amarelo (33 ao 48) foram acompanhados durante o processo de amadurecimento, sete dias, e apresentaram uma perda de massa de cerca 20% e uma diminuição no tamanho em torno de 10%. A Figura 5 apresenta a perda de massa ao longo dos sete dias de amadurecimento e a Figura 6 apresenta a perda do tamanho dos frutos ao longo dos dias analisados.

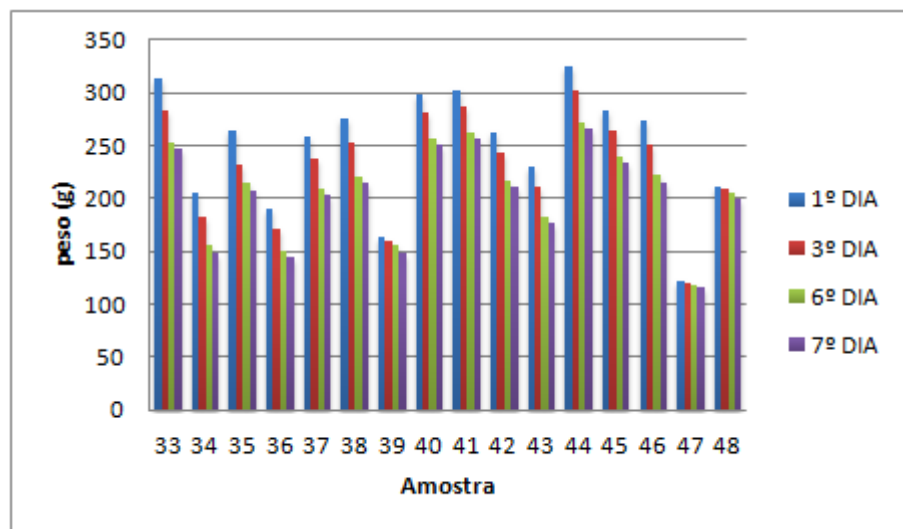


Figura 5: Perda de massa dos frutos de maracujá-amarelo no decorrer da maturação.

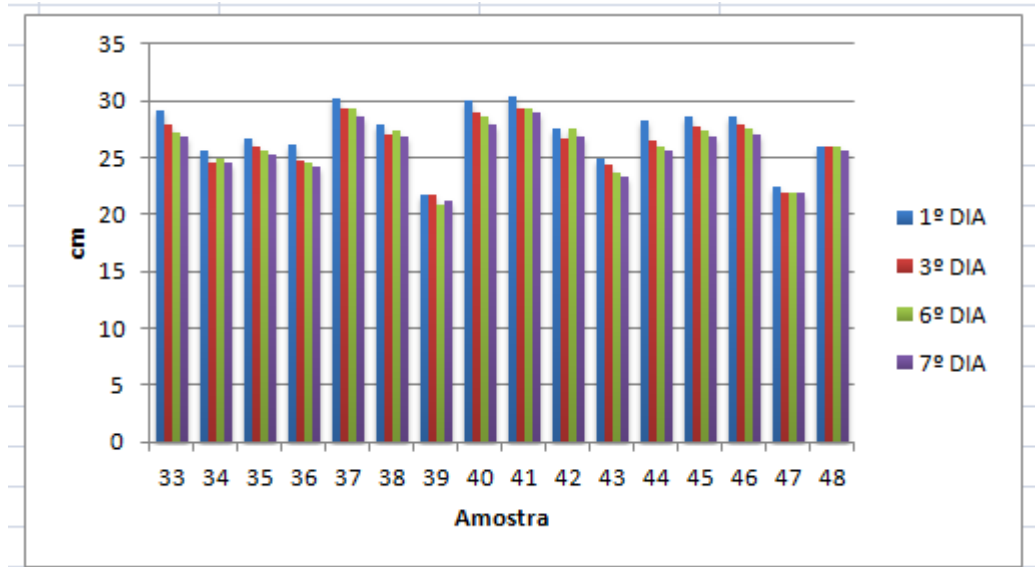


Figura 6: Perda de tamanho dos frutos de maracujá amarelo no decorrer da maturação.

Foi analisada a densidade dos frutos, e os resultados apresentaram uma inconstância nos valores (Figura 7), devida à diminuição do arilo e casca e aumento significativo da polpa.

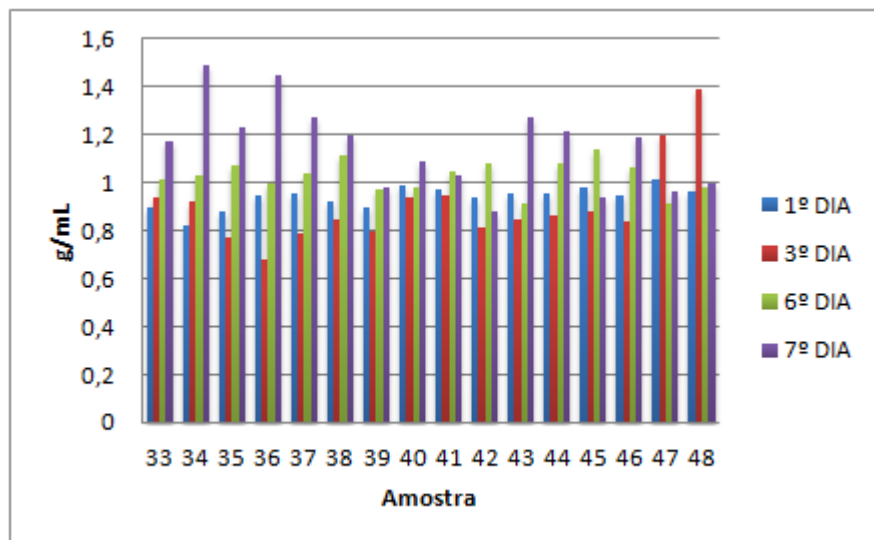


Figura 7: Variação da densidade dos frutos ao longo da maturação.

O albedo representa em média 18% do peso total dos frutos, no caso dos frutos de casca verde, 30% nos maracujás de casca amarela firme e em torno de 22% nos frutos com estágio de amadurecimento avançado. Os resultados apresentados indicam que, quando o objetivo é a utilização do albedo para a extração de pectina, os maracujás com casca amarela firme apresentam maior rendimento de farinha o que proporcionará em maior rendimento na posterior

extração. A Figura 8 apresenta as porções representativas do albedo em cada estágio analisado.

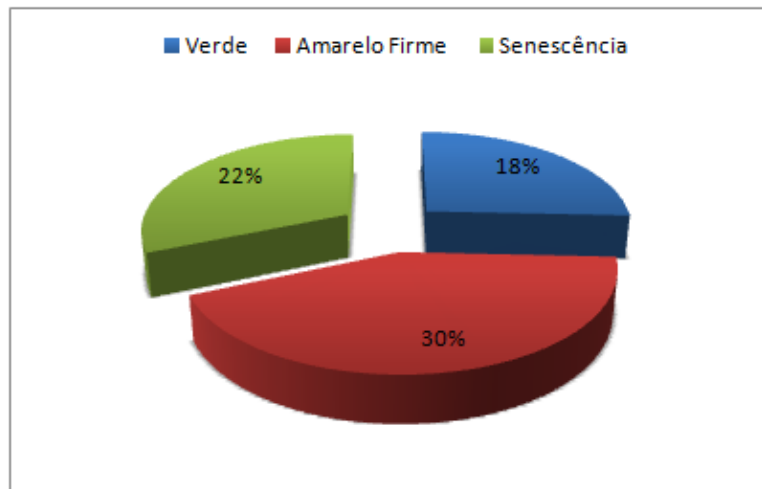


Figura 8: Porção representada pelo albedo do total do peso dos maracujás em seus diferentes estádios de maturação.

O padrão de tamanho do fruto e o estágio de maturação influenciam no rendimento em suco e na quantidade de casca do maracujá-amarelo. O não “murchamento” nem o enrugamento da casca indicam a boa qualidade dos frutos colhidos com no mínimo 30,7% de área da superfície da casca amarelada. Quando o fruto colhido atende a especificidade da cor, atinge maiores médias de rendimento em suco. A redução de espessura de casca durante o armazenamento dos frutos pode ser influência da perda de massa ao longo da estocagem (COELHO, 2011).

3.2. RENDIMENTO DE PECTINA

Os resultados mostraram que não houve variação do percentual médio de pectina nos diferentes estádios de maturação do maracujá amarelo. A porcentagem de pectina variou de 7 a 28% entre os estádios de maturação, conforme apresenta a Tabela 1.

Para determinação da diferença significativa do teor de pectina presente nos frutos no diferentes estádios de maturação foi aplicado o delineamento inteiramente casualizado com 48 tratamentos e 3 blocos. Obteve-se um $F_{\text{tabelado}}=1,38$ e $F_{\text{calculado}}=1,5$. Esse tratamento demonstrou que não houve diferença estatística significativa entre as amostras isoladas ou entre os lotes ao nível de 5% de significância pela ANOVA. Entretanto, ao se fazer os testes de separação para

comparação entre médias, foi detectada diferença sutil entre as amostras no teste de Tukey.

Tabela 1: Resultados da extração de pectina dos frutos de maracujá amarelo.

AMOSTRA	%	DESVIO PADRÃO	AMOSTRA	%	DESVIO PADRÃO	AMOSTRA	%	DESVIO PADRÃO
1	16,18 ^b	±0,98	17	11,71 ^b	±0,21	33	27,62 ^{ab}	±2,35
2	15,23 ^b	±1,91	18	14,47 ^b	±2,90	34	24,47 ^{ab}	±0,57
3	20,07 ^{ab}	±3,36	19	14,79 ^b	±4,14	35	24,90 ^{ab}	±1,07
4	19,29 ^{ab}	±2,98	20	16,79 ^b	±1,50	36	25,57 ^{ab}	±2,20
5	21,32 ^{ab}	±4,12	21	23,51 ^{ab}	±2,69	37	22,43 ^{ab}	±2,97
6	20,32 ^{ab}	±1,02	22	18,26 ^{ab}	±1,69	38	19,45 ^{ab}	±1,73
7	23,14 ^{ab}	±3,15	23	17,73 ^{ab}	±1,75	39	13,78 ^b	±1,97
8	17,77 ^{ab}	±3,12	24	16,58 ^{ab}	±4,52	40	23,32 ^{ab}	±0,76
9	21,04 ^{ab}	±0,88	25	17,24 ^{ab}	±3,68	41	24,76 ^{ab}	±1,73
10	21,27 ^{ab}	±0,55	26	20,14 ^{ab}	±2,29	42	22,99 ^{ab}	±1,21
11	22,82 ^{ab}	±3,20	27	17,81 ^{ab}	±0,20	43	28,15 ^{ab}	±0,15
12	19,34 ^{ab}	±3,69	28	21,11 ^{ab}	±0,53	44	27,62 ^{ab}	±3,70
13	15,59 ^b	±2,47	29	23,22 ^{ab}	±1,96	45	26,29 ^{ab}	±2,94
14	13,21 ^a	±0,40	30	26,34 ^{ab}	±1,78	46	20,59 ^{ab}	±1,68
15	7,11 ^b	±1,84	31	21,61 ^{ab}	±2,62	47	14,24 ^{ab}	±1,82
16	13,83 ^b	±2,06	32	27,15 ^{ab}	±0,64	48	15,93 ^{ab}	±1,19

Letras iguais representam similaridade estatística pelo Teste de Tukey com nível de significância de 5%. Amostras do 1 ao 16 (frutos casca verde), 17 ao 32 (frutos casca amarelo firme), 33 ao 48 (frutos com estádios de maturação avançado).

Fonte: Autoria Própria

Pode-se observar a variação de percentagem de pectina em outros estudos. Pinheiro (2006) utilizou duas metodologias, a primeira realizada com 5 % de ácido cítrico em chapa aquecedora a 90 °C por 10 minutos encontrou um rendimento de 70 %. No segundo método a pectina foi extraída sob refluxo a 97 °C, com 0,086 % de ácido cítrico por 60 minutos obtendo-se 27,36 % de rendimento. Tiburtino-Silva (2008) obteve em seu trabalho 50% de pectina. O rendimento de pectina obtido por Canteri (2010) foi de aproximadamente 20%, valores mais altos que a de pectina aquosa e ácida (14,2%) extraída de pericarpo de maracujá amarelo da Costa do Marfim, (YAPO; KOFI, 2006). Kliemann et al. (2009) registrou rendimentos entre 8,9% e 27,7% na extração também com ácido nítrico de matéria-prima similar

Oliveira (2012) determinou rendimento da pectina na farinha albedo de cascas de frutas nos três estádios de maturação. Observou valores com uma média de 26,4 ± 1,5%. Os resultados estão contrastando com os valores encontrados por Reolon, Braga e Salibe (2009), de 28,5% de rendimento da pectina em farinha de

albedo de frutos verdes, 24,8% no albedo farinha de frutas que amadurecem intermediários, e 20,7% na farinha de albedo de frutas maduras. Segundo D'Addosio et al. (2005), as medições de pectina são influenciados pelo agente de extração, o procedimento utilizando HCl rende 14,1% para o albedo de cascas de frutos em verde; 12,4% intermediário maduro, e 11,1% para fases maduras. Utilizando H_3PO_4 , os autores encontraram 15,9, 13,4, e 12,6%, respectivamente para os três estágios de maturação. Quando o $H_3PO_4 - (NaPO_3)_6$ foi usado, foram obtidos 13,4, 18,0, e 18,4% para as respectivas fases de maturação.

3.3. ANÁLISE MULTIVARIADA

O perfil geral dos espectros de absorção do albedo do maracujá (Figura 9), é muito semelhante ao de outros materiais vegetais como damasco (Bureau et al., 2008), mandarina (GOMEZ et al., 2006), maçã (LIU E YING, 2005) ou de tomate (PEDRO E FERREIRA, 2005). Esses espectros são dominados pela absorção de água com bandas de ligações OH em 1190 e 1450 nm e uma banda de combinação em 1940 nm (NICOLAI et al., 2007).

Os espectros NIR característicos das amostras do albedo do maracujá obtidos da média de triplicatas, entre 1100 a 2500 nm, são apresentados na Figura 9.

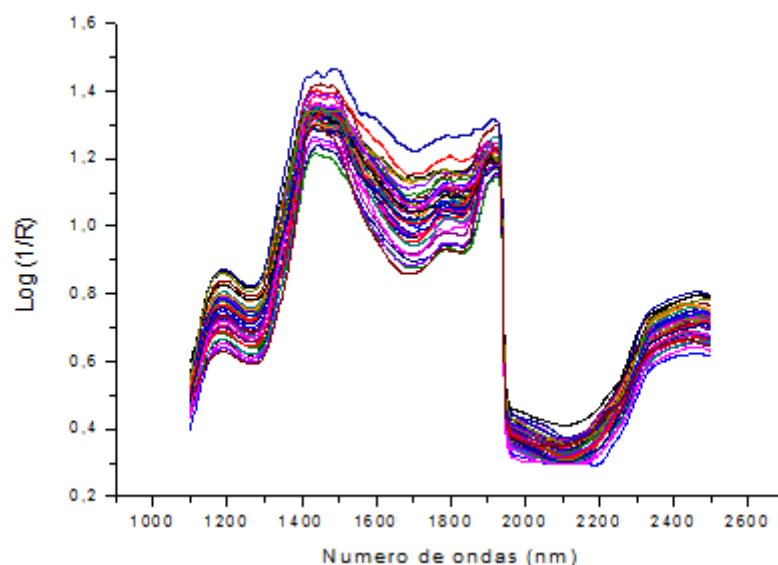


Figura 9- Espectros característicos das amostras de albedo do maracujá, obtido no infravermelho próximo de 1100 a 2500 nm.

A melhor distribuição das amostras, apresentadas nos gráficos de scores (Figura 10) foi obtida com o pré-processamento centrado na média, entre PC1 vs PC2, com 99% de variância explicativa e três variáveis latentes.

As amostras não se agruparam de acordo com os diferentes estádios de maturação, pois não foi encontrada diferença significativa do percentual de pectina entre eles.

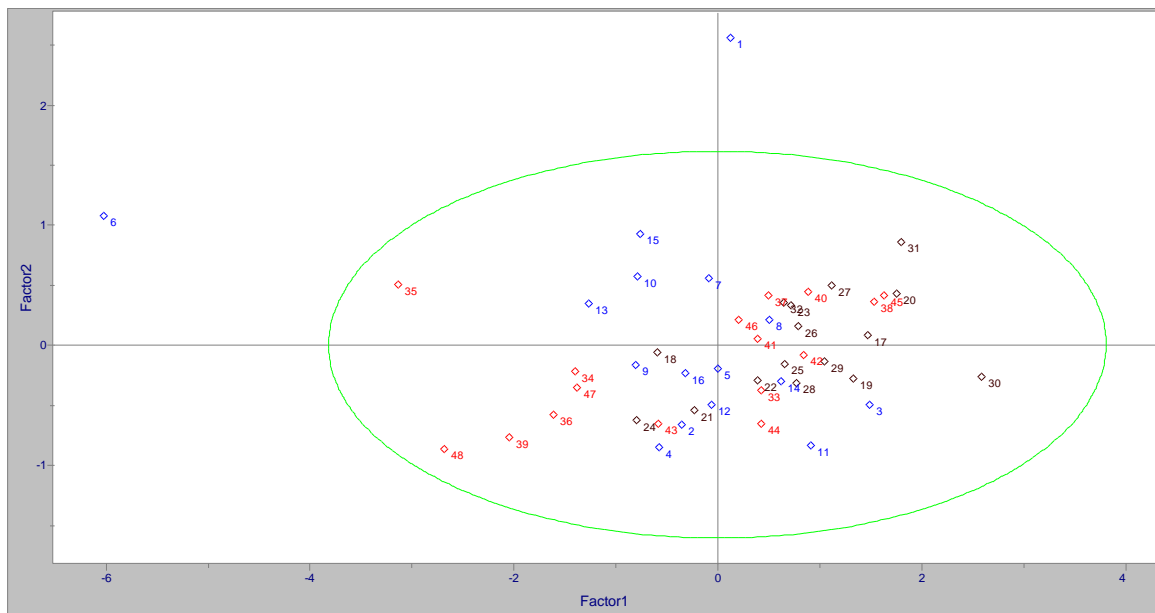


Figura 10 – Gráfico de Scores-PCA

Amostras azuis- 1 ao 16 (frutos casca verde), amostras marrom- 17 ao 32 (frutos casca amarelo firme), Amostras vermelho- 33 ao 48 (frutos com estádios de maturação avançado).

3.4. MODELO DE REGRESSÃO

Os modelos obtidos apresentaram erros consideráveis e diferença significativa entre os valores determinados por extração ácida e por espectroscopia de infravermelho próximo. Os valores indicaram haver necessidade de mais estudos na área. Isso pode estar relacionado à dificuldade de extração total da pectina do albedo após o aquecimento, com retenção de pectina no resíduo, o que pode comprometer o resultado do rendimento. Adicionalmente, é difícil padronizar em laboratório a etapa de filtração em tecido sintético, com diferentes rendimentos de acordo com a prensagem da massa de matéria-prima ou lavagem do resíduo no filtro. Uma sugestão para trabalhos futuros seria obter os espectros em NIR do extrato ácido, obtido após a extração de pectina. A Tabela 2 apresenta os valores

obtidos pelo modelo em comparação aos resultados de rendimento obtido por análise tradicional, de extração ácida.

O coeficiente de correlação obtido neste trabalho foi muito diferente e abaixo dos relatados em outros estudos aplicando a tecnologia NIR associada à calibração multivariada. Bureau (2008) ao correlacionar os dados do damasco teve resultados para o coeficiente de correlação de 0,92 para o teor de sólidos solúveis totais (SST) e 0,92 para °Brix. Em outros estudos para a determinação de °Brix houve um coeficiente de correlação de 0,89 e 0,95 para variedades diferentes de cereja (LU, 2001) e de 0,91 para a correlação dos dados do tomate (SHAO et al., 2007), enquanto que para a tangerina o R foi igual a 0,96 (GOMEZ et al., 2006), maçã “fugi” R igual a 0,97 (LIU E YING, 2005) e em ameixa seca com R = 0,98 (ABATE et al., 2003).

Tabela 2: Resultado do modelo de calibração cruzada para determinação do parâmetro físico-químico do teor de pectina (%), presente no albedo do maracujá no infravermelho próximo.

Amostra	Medido	Predito	Amostra	Medido	Predito
2	15,2347	20,1127	24	16,5844	19,6918
3	20,0673	21,6771	25	17,2367	20,8365
4	19,2898	19,7258	26	20,1400	20,8487
5	21,3223	20,1029	27	17,8067	21,2608
7	23,1441	19,7853	28	21,1067	20,8818
8	17,7664	20,6123	29	23,2233	20,9877
10	21,2716	19,1896	30	26,3433	21,9008
11	22,8165	20,9630	32	27,1481	20,3983
12	19,3443	20,1950	33	27,6158	20,3264
13	15,5892	19,3634	34	24,4668	18,1113
16	13,8319	20,1210	40	23,3200	20,8177
17	11,7076	22,0941	41	24,7600	20,3627
18	14,4717	19,8841	42	22,9867	20,8806
19	14,7943	21,7732	43	28,1524	19,2022
20	16,7882	22,1298	44	27,6182	20,3201
21	23,5126	19,8351	45	26,2900	21,1825
22	18,2649	20,5900	46	20,5933	20,2404
23	17,7305	20,8526	47	14,2354	19,4033

Fonte: Autoria Própria

O melhor coeficiente de predição obtido para o parâmetro (Tabela 3) foi com o pré-processamento centrado na média 1ª derivada, com duas variáveis latentes, RMSEP igual a 3,028, RMSEC igual a 0,87 e o coeficiente de calibração foi de -0,90

(Figura 11). Entretanto, quanto aos erros de RMSEC e RMSEP, estes permaneceram fora dos padrões para rendimento percentual de pectina, uma vez que o valor de RMSEP deve ser no máximo o dobro do RMSEC (VRIESMAN et al, 2012).

Os valores obtidos mostram que o modelo desenvolvido para a quantificação do percentual de pectina presente no albedo do maracujá não atende a expectativa, com erros superiores aos aceitáveis, e mostra que com essa modelagem realizada não é possível à determinação da quantidade presente de pectina utilizando espectroscopia NIR associada à calibração multivariada.

Tabela 3: Resultado do modelo de calibração PLS para determinação do parâmetro físico-químico % de pectina, presente no albedo do maracujá no infravermelho próximo.

PARÂMETRO	% Pectina		
	MODELAGEM		
Região espectral (nm)	1100-2500		
Pré-processamento	*CM 1ªD		
VLs	2		
	CALIBRAÇÃO		
RMSEC	3,028		
Rcal	0,89		
	PREVISÃO		
AMOSTRAS	¹ MED	² PRE	³ ERRO
6	20,3202	19,5689	3,6972
31	21,61	18,3233	15,2093
37	22,4272	18,4086	17,9182
RMSEP	0,87		
ERRO MÉDIO (%)	12,2749		

¹ valor medido, ² valor predito, ³ erro relativo(%), *centrado na média 1ª derivada.

VLs: Variável latente. RMSEC: Raiz Quadrada da Média da Somatória dos Erros de Calibração
 RMSEP: Raiz Quadrada do Erro quadrático médio de Previsão. Rcal: Coeficiente de calibração. MED: Medido. PRE: Predito. Fonte: Autoria Própria

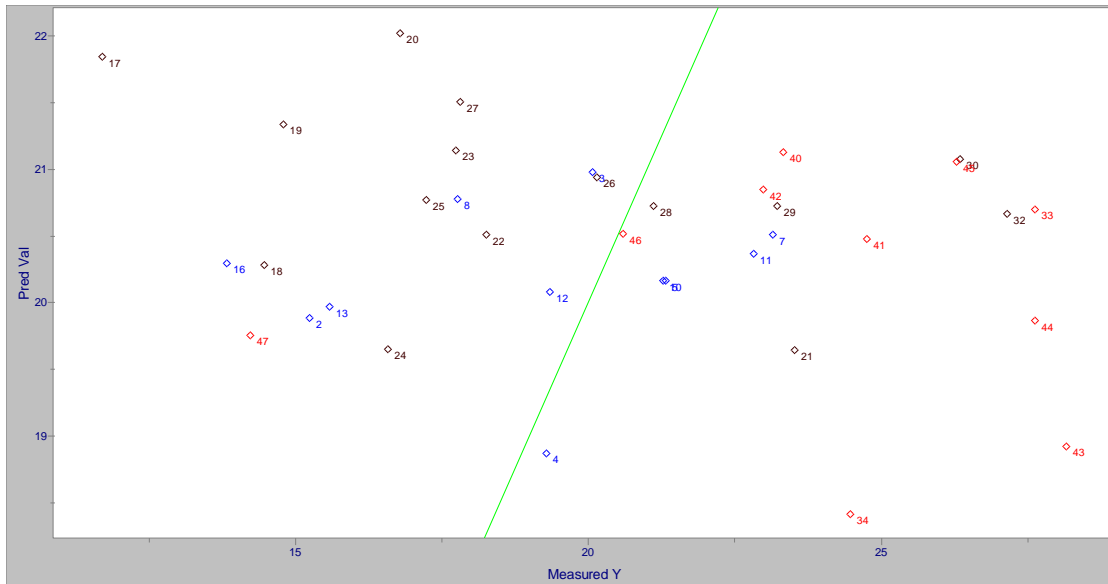


Figura 11- Correlação entre os valores reais e previstos no modelo de calibração multivariada de determinação de % de pectina.

4. CONCLUSÃO

Os resultados de rendimento de pectina obtidos das amostras evidenciam as diversas alterações sofridas ao longo do tempo de maturação e essas modificações tendem a se intensificar até tornar o fruto impróprio para o consumo. O pericarpo tende a diminuir sua fração, a casca perde sua textura lisa e o fruto diminui consideravelmente seu peso e diâmetro. Suas propriedades sensoriais são comprometidas em conjunto com as físico-químicas.

A determinação de pectina não demonstrou diferença significativa ao nível de 5% de significância entre os estágios de maturação, pelo teste de Tukey,

Os modelos de regressão apresentaram resultados não satisfatórios para a quantificação de pectina, sendo o melhor modelo encontrado com o pré-processamento centrado na média 1ª derivada. Os modelos construídos não apresentam uma boa capacidade de previsão, podendo servir como referências para estudos futuros na área.

Os resultados indicam a necessidade de melhorias e evidenciam a necessidade de mais pesquisas nessa linha já que não foram encontrados estudos anteriores a esse sobre a quantificação de pectina do albedo do maracujá amarelo utilizando a espectroscopia de infravermelho próximo e a análise multivariada.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. C, et al. **Espectroscopia de infravermelho próximo e calibração multivariada na caracterização de propriedades físicas e mecânicas da madeira de Pinus spp.** Universidade Federal do Paraná: Departamento de Tecnologia e Engenharia Florestal, Paraná, 2005.

BUREAU S.; RUIZ D.; REICH M.; GOUBLE B. BERTRAND D.; AUDERGON J.-M.; RENARD C. M. G. C. Rapid and non-destructive analysis of apricot fruit quality using FT-near-infrared spectroscopy. **Food Chemistry**, v. 113, n. 4, p. 1323 –1328, 2009.

CANTERI, M. H. G. **Caracterização comparativa entre pectinas extraídas do pericarpo de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*).** 2010. 162 f. Tese (Doutor) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

COELHO, A A; CENC, Sergio Agostinho; RESENDE, Eder Dutra. Rendimento em suco e resíduos do maracujá em função do tamanho dos frutos em diferentes pontos de colheita para o armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n.1, p.55-63, 2011.

CARVALHO; M. L. ALMEIDA, D.; CARDOSO, J.; FIALHO D. Aferição da espectroscopia NIR na determinação de alguns parâmetros de qualidade em pêra “Rocha” e maçã “Gala”. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE FRUTICULTURA. 2, 2010, Castelo Branco, **Anais**. Lisboa: APH, 2010. p. 236-243. (Actas Portuguesas de Horticultura ; 16).

FERRÃO, M.F. CARVALHO, C.W.; MULLER, E.I.; DAVANZO, C.U. Determinação simultânea dos teores de cinza e proteína em farinha de trigo empregando NIR-PLS e DRIFT-PLS. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v.24, n. 3, p. 333-340, 2004.

FERRÃO, M.F.; FURTADO, J.C.; NEUMANN, L.G.; KINZEN, P.H.A., MORGANO, M.A.; BRAGAGNOLO, N. FERREIRA, M.M.C. Técnica não destrutiva de análise de tanino em café empregando espectroscopia no infravermelho e algoritmo genético. **Tecnológica**, v. 7, n.1, p. 9-26, 2003.

GISLUM, R.; MICKLANDER, E.; NIELSEN, J.P.; Quantification of nitrogen concentration in perennial ryegrass and red fescue using near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) and chemometrics. **Field Crops Research**, v. 88, p. 269-277, 2004.

GOMEZ, A. H., HE, Y., E PEREIRA, A. G. Non-destructive measurement of acidity, soluble solids and firmness of Satsuma mandarin using Vis/NIRSpectroscopy techniques. **Journal of Food Engineering**, v. 77, p. 313–319, 2006.

GRAEFF, S.; CLAUPEIN, W, Quantifying nitrogen status of corn (*Zea mays* L.) in the field by reflectance measurements. **European Journal of Agronomy**, v. 19, p. 11-618, 2003.

KONZEN, P. H. A.; FERRÃO, M. F.; FURTADO, J. C.; MORGANO, M. A.; BRAGAGNOLO, N.; FERREIRA, M. M. C. Determinação não destrutiva de proteína por DRIFTS/PLS/AG. In XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, **Anais**. Porto Alegre, 04 a 07 de agosto de 2002.

LESSA, Anselmo Oliveira. **Determinação do teor de compostos fitoquímicos e estudo do potencial para processamento da polpa de frutos de maracujá das espécies silvestres (*passiflora setacea* dc, *passiflora cincinnata* mast)**. Dissertação (Mestre) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga Bahia, 2011.

LIU, Y., E YING, Y. Use of FT-NIR spectrometry in non-invasive measurements of internal quality of ‘Fuji’ apples. **Postharvest Biology and Technology**, v. 37, p. 65–71, 2005.

Lu, R. Predicting firmness and sugar content of sweet cherries using nearinfrared diffuse reflectance spectroscopy. **Transactions of the ASAE**, v. 44, n. 5, p. 1265–1271, 2001.

MADALOZZO, E S. **Caracterização físico-química de ricotas via espectroscopia no infravermelho e métodos de calibração multivariada**. 2010. 83 f. Dissertação (Mestre) – Programa de Pós-Graduação em *Stricto Sensu*, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2010.

MELETTI, L. M. M. Maracujá ‘Joia’ (IAC-277), ‘Maracujá-Maçã’, ‘Maracujá-Maravilha’ (IAC-275), ‘Maracujá-Monte-Alegre’ (IAC-273). In: DONADIO, L. C. (Ed.). **Novas variedades brasileiras de frutas**. 1. ed. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2000. p. 152-159.

MILLER, J.N.; MILLER, J.C. **Statistics and chemometrics for analytical chemistry**. Chinchestes; Prentice Haal, 4nd, 2000.

MORGANO, M.A.; CARVALHO, C.; PAGEL, A.P.; FERRÃO, M.F.; BRAGAGNOLO, N.; FERREIRA, M.M.C. Determinação simultânea dos teores de cafeína, trigonelina e ácido clorogênico em amostras de café cru por análise multivariada (PLS) em dados de espectroscopia por reflexão difusa no infravermelho próximo. **Anais**. In: II

SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, Vitória, 24 a 27 de setembro de 2001.

MORGANO, M. A.; FARIA, C. G.; FERRÃO, M. F.; BRAGAGNILO, N.; FERREIRA, M. M. C. Determinação de proteína em café cru por espectroscopia NIR e regressão PLS, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p 25-31, 2005.

MORGANO, M. A.; MORIYA, C.; FERREIRA, M. M. C. Determinação quantitativa do teor de sacarose em açúcar cristal por espectroscopia FT-IR/ATR e regressão multivariada, **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, p. 77-83, 2003.

MORGANO, M. A. **Aplicação de Métodos quimiométricos em análise de alimentos**. 2005. 127 f. Tese (Doutor) – Programa de Pós-Graduação em Química Analítica, Unicamp, Campinas, São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, E M S; RESENDE. Produção de farinha de albedo e teor de pectina na casca do maracujá-amarelo. *Ciênc.. Technol. Alimento.*, Campinas, v 32, n. 3, setembro de 2012. Disponível:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttextpid=S0101-20612012000300011eInq=enenrm=iso>. acesso em 06 de agosto de 2013.

PAULA, M. M.; MARTINS, S. G. A. Centro Científico Conhecer. Secagem de casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f flavicarpa* Degener) para obtenção de farinha e extração da pectina por diferentes ácidos. 10. ed. Goiânia: Enciclopédia Biosfera, 2010. Disponível em:

<<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010b/secagem.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2013.

PINHEIRO, E R et al. Caracterização da pectina extraída da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) utilizando diferentes métodos de extração com ácido cítrico. Disponível em:

<http://www.sbpnet.org.br/livro/58ra/SENIOR/RESUMOS/resumo_1164.html>. Acesso em: 06 ago. 2013.

RIGOTTI, M; HIGUTI, A. Organologia: Estrutura anatômica do fruto. Disponível em: <<http://www.farmacobotanica.xpg.com.br/aula3%205.html#>>. Acesso em: 25 jul. 2013.

SALGO, A.; NAGY, J.; MIKÓ, É. Application of near infrared spectroscopy in the sugar industry. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v. 6, p. A101-A106, 1998.

SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; PIRES, M. M.; ANGEL, D. N.; SOUZA, I. V. B.; BOMFIM, M. P. **Maracujá – praticas de cultivo e comercialização**, Universidade Estadual do sudoeste da Bahia, Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Vitória da Conquista – BA, 2000.

SAUER, E. **Desenvolvimento de metodologias multivariadas para análise de queijos por espectroscopia DRIFT**. 2007. 157 f. Tese (Doutor) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

SCHWAB, E.C.; SHAVER, R.D.; LAUER, J.G.; COORS, J.G. Estimating silage energy value and milk yield to rank corn hybrids. **Animal Feed Science and Technology**, v. 109, p. 1-18, 2003.

SHAO, Y., HE, Y., GOMEZ, A. H., PEREIRA, A. G., QIU, Z., E ZHANG, Y. Visible/near infrared spectrometric technique for non-destructive assessment of tomato 'Heatwave' (*Lycopersicon esculentum*) quality characteristics. **Journal of Food Engineering**, v. 81, n. 4, p. 672–678, 2007.

TEWARI, J.; MEHROTRA, R.; IRUDAYARAJ, J. Direct near infrared analysis of sugar cane clear juice using a fibre-optic transmittance probe. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v. 11, n. 5, p. 315-356, 2003.

TIBURTINO-SILVA, L. A. et al. Comparações entre metodologias para extração de pectina em maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa*). Disponível em: <<http://www.aba-agroecologia.org.br/ojs2/index.php/rbagroecologia/article/view/7604/0>>. Acesso em: 06 ago. 2013.

TOREZAN, G.A.P. **Tratamento enzimático em suco de manga para redução dos teores de sacarose e glicose e obtenção de geleia através de processo contínuo**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Alimentos, UNICAMP, Campinas, 2000.